云 南 植 物 研 究 1999, 21 (3): 323～328
Acta Botanica Yunnanica

玉树地区掌叶大黄的生态学特性*

谢宗强
（中国科学院植物研究所，北京 100093）

摘要 掌叶大黄（*Rheum palmatum* L.）主要以青藏高原东部和东南部为其分布中心，多见于海拔2500～4400 m的林缘、灌丛和草地。适生于土壤肥沃、质地疏松的阴坡或半阴坡。掌叶大黄土壤P的含量远低于大黄根茎和叶，Fe含量则为土壤＞根茎＞叶，其中，根茎与叶相差不大，但它们与土壤相差50～110倍；Na、Mn、Cu的含量表现为土壤＞叶＞根茎，Ca的含量为土壤＜叶＜根茎。掌叶大黄净光合速率日变化在晴天呈现出典型的单峰曲线，这主要缘于在植物生长季节，高原上的光照和温度的合理搭配有利于光合作用。

关键词 掌叶大黄，分布，元素含量，净光合速率
分类号 Q 948

Ecological Characteristics of *Rheum palmatum* in Yushu, Qinghai

XIE Zong－Qiang
(*Institute of Botany*, *The Chinese Academy of Sciences*, Beijing 100093)

Abstract The east and southeast of Tibetan Plateau is the distribution center of *Rheum palmatum*. The species is found in scrubs and grassland from 2500 to 4400 meters above sea level and suitable to develop its populations in fertile and good－textured soils. For *Rheum palmatum*, P content in soil is largely lower than that in both leaves and rhizomes, and Fe content is soil > rhizomes > leaves. Amang them, there is no significant difference between rhizomes and leaves but Fe content in soil is 50～110 times higher than that of rhizomes and leaves. Contents of Na, Mn and Cu are soil > leaves > rhizomes, and Ca content is soil < leaves < rhizomes. Daily variation of net photosynthesis rate of the plant showed typical mono－peak curve because the light and temperature on the plateau were helpful to the net photosynthesis of plants in the growing season.

Key words *Rheum palmatum*, Distribution center, Element content, Net photosynthesis rate

大黄为常用中药，有关的研究文献逾千篇，涉及的内容包括：临床应用、化学成分、药理作用与生物活性、品种鉴定与品质评价等方面（楼之岑，1993；郑俊华，1992；王翅楚等，1990），但主要集中在针对中国药典收载的3种正品大黄（中华人民共和国卫生部药典委员会，1995）的医学和药学领域，这与其药用历史源远流长密切相关。由于过度采

* 中国科学院重大项目 KZ－951－A1－202 资助
1998－09－28 收稿，1999－01－14 接受发表

挖和垦荒，某些正品大黄在许多地区已处于野外灭绝状态（叶宝林，1996）。因此，对正品大黄的引种栽培已成为利用大黄资源的重要环节。但栽培大黄与野生大黄相比，普遍存在品质下降的问题，这可能与栽培地与原产地的环境差异有关。掌叶大黄（*Rheum palmatum*）作为正品大黄中的一种，在引种栽培中也面临着这样的问题。为此，笔者以玉树地区的掌叶大黄为对象，对其生境与分布特点、群落学特性、元素含量特征和生理生态学过程进行了初步的研究，试图为其引种栽培提供科学依据。

1 研究方法

通过查阅全国主要植物标本馆收集的大黄属植物标本，结合已出版的地方植物志，获得有关掌叶大黄的水平分布、垂直分布特征及生境类型。

采用样方法（5 m×5 m）对掌叶大黄的群落进行野外调查，并记录样地的坡度、坡向、海拔等因子。

选择样株，采集叶和根茎样品，就地晒干、分装后带回；同时采集其根部0~20 cm土层的土壤样品，装入土壤采集袋风干后带回。对所采样品先进行常规的预处理，再用ICP测定其元素含量。

采用英国ADC便携式红外线CO_2气体分析系统，在野外自然光照、温度和湿度条件下，选择5株掌叶大黄，每株以北侧健康的基生叶为材料，测定净光合速率。测定前仪器按照使用手册进行标定。每隔2小时测一轮，每个叶片测定3个重复。测定时尽量保持叶片的正常着生位置，使光线自然照射表皮。

2 结果与分析

2.1 掌叶大黄的分布与生境

从图1可以看出，就水平分布而言，掌叶大黄分布范围比较广泛：东西跨经度约22度，南北跨纬度约10度。在此区域内，掌叶大黄大体形成如下分布格局：从祁连山脉经川西高原到雅鲁藏布江河谷构成的广大地区是其主要分布区，也是优质大黄的主产区。在中国地形图中基本上处在青藏高原东部和东南部的边缘地带（侯学煜，1988）；从秦岭到大巴山的秦巴山地虽然处在中国的华中地带，但在山体的高海拔地段，仍有掌叶大黄生长，构成其分布的辅地带。掌叶大黄生长在阴坡、半阴坡草地、灌丛草地和山地林缘、河滩，在温凉湿润、土质疏松的生境中多见。掌叶大黄的垂直分布主要在2500~4400 m，显示出广泛的生态适应幅，这对于其引种栽培是有利的。

2.2 玉树地区掌叶大黄的群落组成

对掌叶大黄的群落学调查选择了山坡和河谷滩地2个典型地段。从图2可以看出，在不同的生境类型下，掌叶大黄在群落中均不占优势，而是依附于其它优势种。2种生境下，群落中优势种的组成完全不同。在山坡地段，群落总盖度达100%，由雪层杜鹃（*Rhododendron nivale* ssp. *boreale*）、小叶金露梅（*Potentilla parvifolia*）、鲜卑花（*Sibiraea laevigate*）等优势灌木种类形成灌木层片，它们长势良好，起着建群种的作用；密生苔草

(*Carex crebra*)、太白韭(*Allium prattii*)等优势草本植物构成草本层片,对群落的盖度贡献较大。掌叶大黄在群落中虽然不占优势,盖度仅 12.5%,但其长势旺盛,株高在 1m 以上,根茎粗壮,是主要的采集对象。在河谷滩地,群落总盖度90%,以老芒草(*Elymus sibiricus*)、银叶委陵菜(*Potentilla leuconota*)为优势,形成低草地,掌叶大黄的盖度达 20%,在群落中占较重要地位,但其生长状况一般,株高 0.5 m 左右。2 种群落中优势种组成和大黄长势的差异充分反映出生境条件的影响:在山坡地段,土壤结构疏松,有机质、有机 C 和全 N 的含量分别为 15.65%、9.08%和 0.820%;而河滩地土壤板结现象严重,有机质、有机 C 和全 N 的含量分别为 7.33%、4.25%和 0.426%。显然,前者的立地条件较后者优越,因而大黄生长健壮,灌木层也发达。

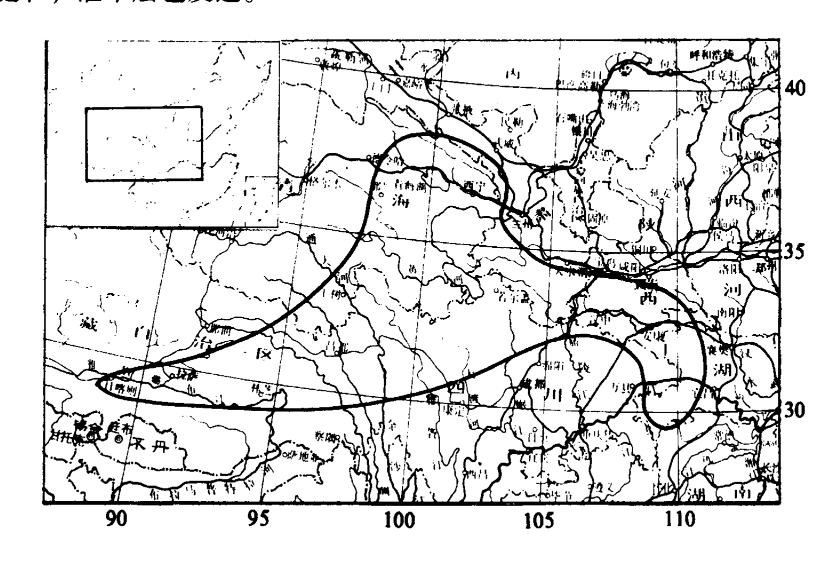


图 1　掌叶大黄的天然分布区

Fig. 1　Natural distribution of *Rheum palmatum* in China

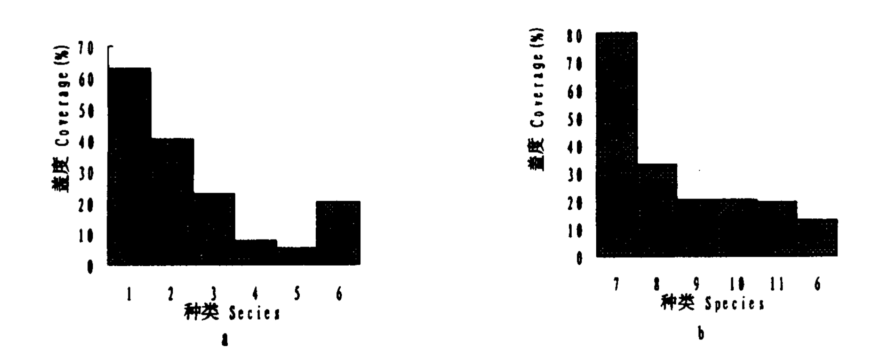


图 2　玉树地区掌叶大黄不同群落主要种类的盖度

Fig. 2　Coverage of main species in different communities of *Rheum palmatum* in Yushu, Qinghai

a　河滩地群落 The community in flood land　b　坡地群落 The community on hillside fields

1 老芒草 *Elymus sibiricus*　2 银叶委陵菜 *Potentilla leuconota*　3 治草 *Koeleria cristata*　4 毛穗香薷 *Elsholtzia eriostachys*　5 高原毛茛 *Rannuculus tanguticus*　6 掌叶大黄 *Rheum palmatum*　7 密生苔草 *Carex crebra*　8 北方雪层杜鹃 *Rhododendron nivale* spp. *boreale*　9 太白韭 *Allium prattii*　10 小叶金露梅 *Potentilla parvifolia*　11 鲜卑花 *Sibiraea laevigate*

从掌叶大黄群落中植物的科的组成上（图3）看，群落中主要高等植物中70%的种类集中在蔷薇科（Rosaceae）、菊科（Compositae）、毛茛科（Ranunculaceae）、禾本科（Gramineae）、豆科（Leguminosae）、玄参科（Scrophulariaceae）、伞形科（Umbelliferae）等7个科，其中，前4个科集中了50%的种类。大黄群落这种科的组成特点符合青藏高原植物群落的区系特点（中国科学院青藏高原综考队，1988）。

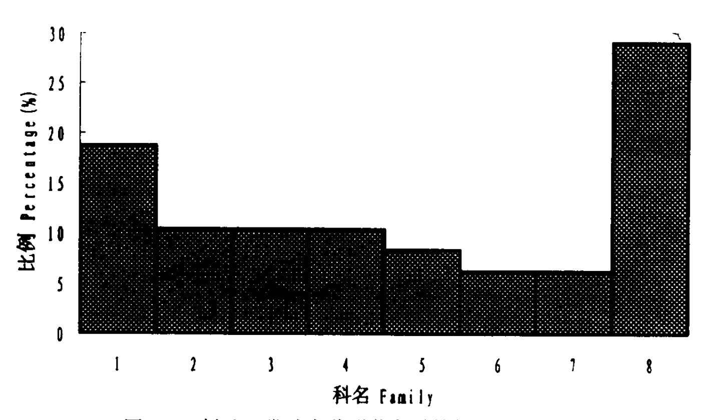


图3 玉树地区掌叶大黄群落各科植物的比例（%）

Fig. 3 Percentage of families in *Rheum palmatum* community in Yushu, Qinghai

1 蔷薇科（Rosaceae） 2 菊科（Compositae） 3 毛茛科（Ranunculaceae） 4 禾本科（Gramineae） 5 豆科（Leguminosae） 6 玄参科（Scrophulariaceae） 7 伞形科（Umbelliferae） 8 其它科 Others

2.3 掌叶大黄植株和土壤主要元素含量特征

由表1可以看出，掌叶大黄叶的元素含量在10 000 μg/g以上的有K；1 000～10 000 μg/g的有Ca、Mg、P；1 000 μg/g以下的有Mn、Na、Fe、Zn、Cu。其含量顺序为K > Ca > Mg > P > Mn > Na > Fe > Zn > Cu。除Cu、Zn、P缺乏对比资料外，其它元素含量基本上在所报道的陆生高等植物中元素含量的范围内。掌叶大黄根茎元素含量由大到小的顺序均为：Ca > K > Mg > P > Fe > Na > Mn > Zn > Cu。与大黄属植物根茎元素含量范围比较，Na略低于其下限，Mg显著高于其上限。

表1 玉树地区掌叶大黄叶和根茎的元素含量（山坡地）（μg/g）

Table 1 Element contents in leaves and rhizomes of *Rheum palmatum* in Yushu, Qinghai

元素 Element	Na	K	Mg	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn	P
掌叶大黄叶 Leaves of *Rheum palmatum*	240	19100	7000	7800	321	200	8.9	40.8	3610
陆生植物叶 Leaves of terrestrial plant	100～500000	2000～100000	500～20000	1000～100000	200～500	200～500(Isaac,1980)			
掌叶大黄根茎 Rhizomes of *Rheum palmatum*	108.1	9240	3530	13000	48.1	269.3	4.4	21.4	1720
大黄属根茎 Rhizomes of Rheum	162～3830	1320～661000	915～2980	1200～161000	5.6～170	81～2280	2.5～15.8	6.9～72	235～3630(陈寿芳等,1993)

从表2可以看出，掌叶大黄土壤C/N值在11~12之间，这对其生长还是有利的。因为土壤有机质的C/N值对土壤有效N的供应影响很大，当C/N<15时，在其矿化作用一开始，它所提供的有效N量就会超过微生物同化量，使植物很快从有机质矿化过程中获得有效N的供应，有利于有机质的矿化和作物的吸收利用。掌叶大黄土壤K、N含量均高于其全球土壤K含量中值，P含量则低于其对应的中值。海拔较高和温度较低，导致土壤矿化度不高、养分分解缓慢是其重要原因。S、Zn、Cu的含量接近于其对应的中值，Na、Mg、Mn的含量与大陆土壤中相应元素含量的中值相差在1.5倍的范围内。

表2　玉树地区掌叶大黄土壤中的元素含量（山坡地）（$\mu g/g$）

Table 2　Element contents in soils of *Rheum palmatum* in Yushu, Qinghai

元素 Element	Na	K	Mg	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn	Al	P	S	全N	pH	C/N	有机质%
掌叶大黄土壤 Soils of *Rheum palmatum*	7450	21080	7570	6070	650	30970	21.35	86.2	49900	455	641.1	8200	6.2	11.07	15.65
全球土壤	5000	14000	5000	15000	1000	40000	30	90	71000	800	700	2000	（王夔,1991）		
Mean and range of world soils	150~25000	80~37000	400~9000	700~500000	20~10000	2000~550000	2~250	1~900	10000~300000	35~5300	30~600	200~5000			

2.4　掌叶大黄的光合日进程

通过仪器测定计算的光合速率是被测定掌叶大黄的净光合速率，即总光合速率与呼吸速率的差值，也称表观光合速率。

从图4可以看出，掌叶大黄的净光合速率日变化在晴天没有明显的中午降低现象，呈现出典型的单峰曲线。这与张树源等（1992，1993）在青藏高原晴天对小麦和垂穗披碱草净光合速率日变化的测定结果完全一致。他们在青藏高原所测小麦净光合速率日变化在晴天没有明显中午降低现象、呈典型单峰曲线，这与在青藏高原以东的低海拔平原区的多数植物在晴天的净光合速率日变化多呈双峰曲线，且有明显的中午降低现象，形成鲜明对比（张树源等，1995）。青藏高原以外低海拔平原区植物净光合速率日变化中午降低的原因众说纷纭，见解不一（Hodges，1967；张树源等，1992），但有两种因素起着主导作用：一是中午周围环境中高度的水分亏缺，引起植物的相对含水量减少，水势降低，气孔开度变小，蒸腾和净光合速率下降；二是强光或强光导致的高温所产生的光合作用的光抑制现象（张树源等，1992，1993）。青藏高原在植物生长季节光照很强，气温适中形成（张树源等，1993）。

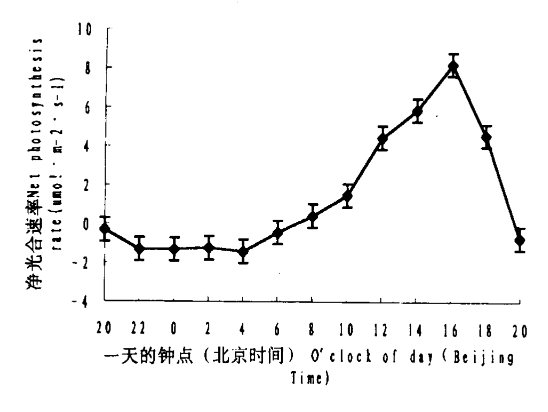


图4　玉树地区掌叶大黄（河滩地）净光合速率日进程

Fig. 4　Daily variation of net photosynthesis rate of *Rheum palmatum* in Yushu, Qinghai

3　结论与建议

植物的化学成分反映植物在一定生境下从土壤中吸取或积聚的矿物养分。植物的不同

器官吸收的元素成分是不相同的。青藏高原掌叶大黄生长地土壤中P的含量远低于根茎和叶。土壤中P的含量因土壤母质、成土作用的方式不同而有差异。由于土壤中K或Ca含量很高，影响了其它矿质营养元素的有效性，尤其对土壤P的有效性影响最大。在石灰岩土壤中，水溶性磷酸盐与碳酸钙作用，生成溶解度很小的磷酸钙盐，从而降低了P的有效性，使土壤有效P含量普遍偏低。植物器官对P的富集作用则与植物的代谢有关。Fe含量表现为土壤>根茎>叶，其中，根茎与叶相差不大，但它们与土壤相差50~110倍。Na、Mn、Cu的含量为土壤>叶>根茎，Ca的含量为土壤<叶<根茎。

掌叶大黄净光合速率日变化在晴天呈现出典型的单峰曲线，与低海拔平原区植物明显不同。这主要缘于在植物生长季节，青藏高原上的光和温的互相补偿作用能使光反应和暗反应协调进行，有利于光合作用。

虽然掌叶大黄水平分布范围比较广泛，垂直分布幅度也较大，但它只有在排水通畅、土壤肥沃的阴坡、半阴坡生长良好，根茎肥大、粗壮，采挖价值较高；在河谷滩地土壤板结、排水不畅的生境，长势较差。由于掌叶大黄为著名中药材的资源植物，多年来一直受到过度采挖，特别是最适生境中的掌叶大黄遭到严重破坏，一些有识之士惊呼：野生掌叶大黄将会灭绝。为了确保不同生境下野生掌叶大黄的种质资源，建议：（1）选择适宜生境，扩大掌叶大黄的栽培数量，以缓解市场对野生掌叶大黄的需求压力；（2）建立以保护包括掌叶大黄在内的名贵中药材的自然保护区，并继续对掌叶大黄生物生态学特性进行深入的研究，为保护和合理开发掌叶大黄资源提供科学依据。

参考文献

中国科学院青藏高原综合科学考察队，1988. 西藏植被. 北京：科学出版社

中华人民共和国卫生部药典委员会编，1995. 中华人民共和国药典. 广州：广东科技出版社，1~100

王翅楚等，1990. 国内外大黄研究论文题录. 上海：上海科学技术文献出版社，1~50

王夔主编，1991. 生命科学中的微量元素（上册）. 北京：中国计量出版社，8~9

叶宝林，1996. 青海省大黄资源. 中药材，**19**（6）：280~282

陈寿芳，郑俊华，安根录等，1993. 中国大黄属29种生药样品中微量元素的分析——等离子发射光谱法. 北京医科大学学报，**25**（5）（增刊）：21~25

张树源，陆国泉，武海等，1992. 青海高原主要C_3植物的光合作用. 植物学报，**34**（3）：176~184

张树源，武海，韩发，1995. 青海高原植物生理生态学研究IV不同海拔高度植物的净光合速率. 高寒草甸生态系统，**4**：53~58，北京：科学出版社

张树源，武海，陆国泉，1993. 青海高原植物生理生态学研究II高寒草甸植物的光合作用. 西北植物学报，**13**（4）：302~307

郑俊华，1992. 大黄的古今纵横. 见：苏怀德编，药物研究史选讲. 北京：北京医科大学和中国协和医科大学联合出版社

侯学煜，1988. 中国植被地理. 北京：科学出版社，1~10

楼之岑，1993. 大黄研究的回顾与前瞻. 北京医科大学学报，**25**（5增刊）：1~3

Hodges J D, 1967. Patterns of photosynthesis under natural environmental conditions. *Ecology*, **48**: 234~242

Isaac R A, 1980. Atomic absorption methods for analysis of soil extracts and plant tissue digests, *J Assoc Anal Chem*, **63**(4): 793